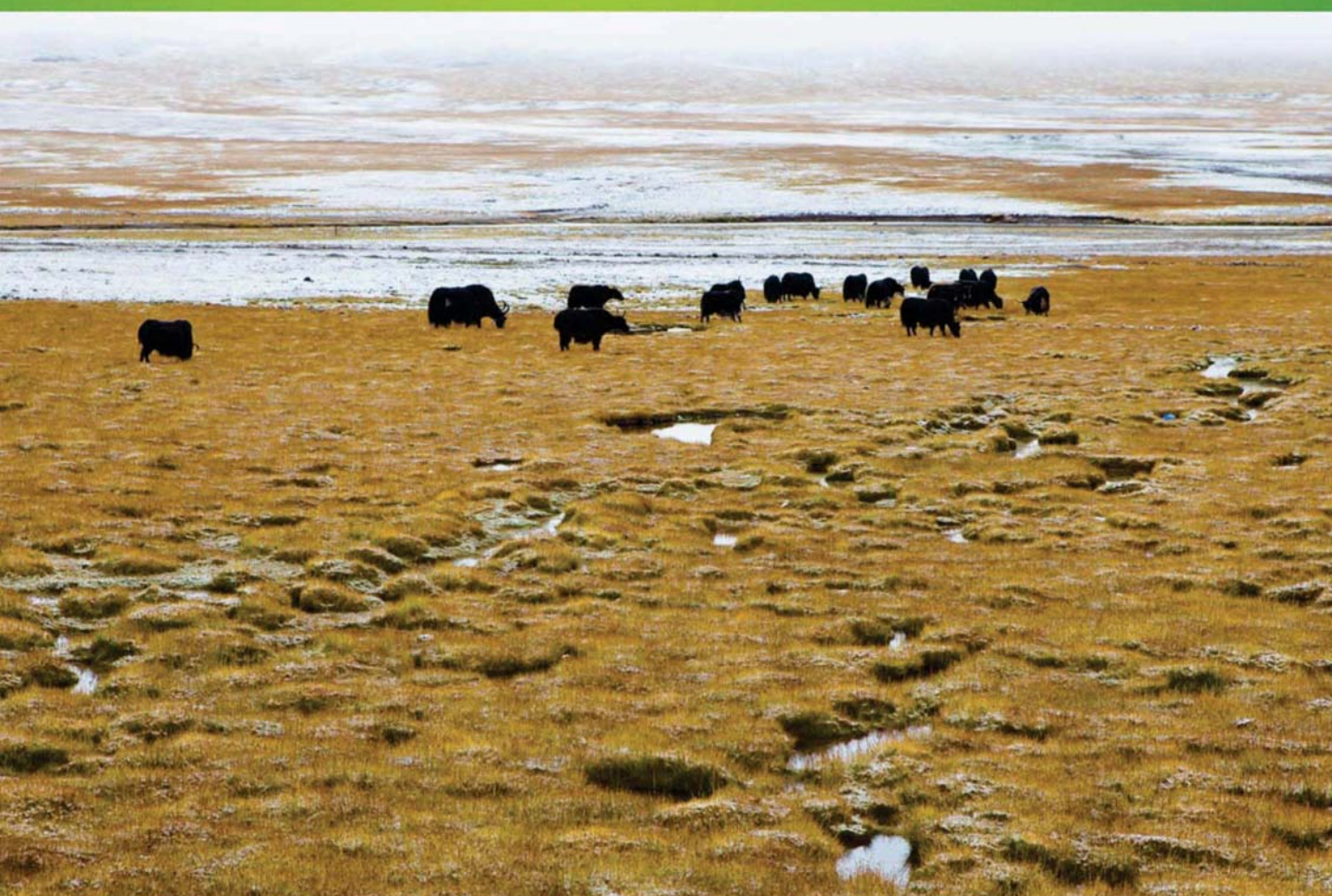


ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

## Acta Ecologica Sinica



第33卷 第16期 Vol.33 No.16 **2013**

中国生态学学会  
中国科学院生态环境研究中心  
科学出版社

主办  
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

# 生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 16 期 2013 年 8 月 (半月刊)

## 目 次

### 前沿理论与学科综述

- 物种分布模型理论研究进展..... 李国庆,刘长成,刘玉国,等 (4827)
- 稀土元素对农田生态系统的影响研究进展..... 金姝兰,黄益宗 (4836)
- 藤壶金星幼虫附着变态机制..... 饶小珍,林 岗,许友勤 (4846)
- 群居动物中的共同决策..... 王程亮,王晓卫,齐晓光,等 (4857)

### 个体与基础生态

- 季风进退和转换对中国褐飞虱迁飞的影响..... 包云轩,黄金颖,谢晓金,等 (4864)
- 两种海星对三种双壳贝类的捕食选择性和摄食率..... 齐占会,王 珺,毛玉泽,等 (4878)
- 新疆巴音布鲁克繁殖期大天鹅的生境选择..... 董 超,张国钢,陆 军,等 (4885)
- 我国特有植物青檀遗传结构的 ISSR 分析..... 李晓红,张 慧,王德元,等 (4892)
- 栽培菊花与菊属-近缘属属间杂种杂交后代耐盐性的遗传分析..... 许莉莉,陈发棣,陈素梅,等 (4902)
- 荒漠区植物光合器官解剖结构对水分利用效率的指示作用..... 张海娜,苏培玺,李善家,等 (4909)
- 水分对番茄不同叶龄叶片光合作用的影响..... 陈凯利,李建明,贺会强,等 (4919)
- 广西猫儿山不同海拔常绿树种和落叶树种光合速率与氮的关系..... 白坤栋,蒋得斌,万贤崇 (4930)
- 施肥对板栗林地土壤 N<sub>2</sub>O 通量动态变化的影响..... 张蛟蛟,李永夫,姜培坤,等 (4939)
- 施肥对红壤水稻土团聚体分布及其碳氮含量的影响..... 刘希玉,王忠强,张心昱,等 (4949)

### 种群、群落和生态系统

- 大兴安岭天然沼泽湿地生态系统碳储量..... 牟长城,王 彪,卢慧翠,等 (4956)
- 基于多时相 Landsat TM 影像的汶川地震灾区河岸带植被覆盖动态监测——以岷江河谷映秀-汶川段  
为例..... 许积层,唐 斌,卢 涛 (4966)
- 不同强度火干扰下盘古林场天然落叶松林的空间结构..... 倪宝龙,刘兆刚 (4975)
- 长江中下游湖群大型底栖动物群落结构及影响因素..... 蔡永久,姜加虎,张 路,等 (4985)
- 千岛湖岛屿社鼠的种群年龄结构和性比..... 张 旭,鲍毅新,刘 军,等 (5000)
- 性信息素诱捕下害虫 Logistic 增长及经济阈值数学模型..... 赵志国,荣二花,赵志红,等 (5008)
- 秋末苏南茶园昆虫的群落组成及其趋色性..... 郑颖姘,钮羽群,崔桂玲,等 (5017)
- 北方常见农业土地利用方式对土壤螨群落结构的影响..... 韩雪梅,李丹丹,梁子安,等 (5026)

### 景观、区域和全球生态

- 基于鸟类边缘种行为的景观连接度研究——空间句法的反规划应用..... 杨天翔,张韦倩,樊正球,等 (5035)
- 西南高山地区土壤异养呼吸时空动态..... 张远东,庞 瑞,顾峰雪,等 (5047)

江苏省土壤有机质变异及其主要影响因素..... 赵明松,张甘霖,李德成,等 (5058)

基于林业清查资料的桂西北植被碳空间分布及其变化特征..... 张明阳,罗为检,刘会玉,等 (5067)

### 资源与产业生态

基于能值分析方法的都市代谢过程——案例研究 ..... 刘耕源,杨志峰,陈 彬 (5078)

基于 PSR 模型的耕地生态安全物元分析评价 ..... 张 锐,郑华伟,刘友兆 (5090)

保水剂对煤矸石基质上高羊茅生长及营养吸收的影响 ..... 赵陟峰,王冬梅,赵廷宁 (5101)

### 城乡与社会生态

生态保护价值的距离衰减性——以三江平原湿地为例..... 敖长林,陈瑾婷,焦 扬,等 (5109)

### 研究简报

广东山区土壤有机碳空间变异的尺度效应..... 姜 春,吴志峰,钱乐祥,等 (5118)

室内养殖雌性松鼠秋季换毛期被毛长度和保温性能变化..... 荆 璞,张 伟,华 彦,等 (5126)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q \* 1981 \* m \* 16 \* 306 \* zh \* P \* ¥90.00 \* 1510 \* 32 \* 2013-08



**封面图说:** 高寒草甸牦牛群——三江源区位于青藏高原腹地,平均海拔 4200m,是长江、黄河、澜沧江三条大河的发源地,也是全球气候变化最敏感的地区。三江源区高寒草甸植被状况对该区的生态环境、草地资源合理利用和应对全球气候变化具有十分重要的意义。2005 年以来,国家投资 70 多亿元启动三江源生态保护工程。监测显示,近年来,三江源湖泊湿地面积逐步扩大,植被覆盖度得到提高,三江源区高寒草甸的生态恶化趋势得到遏制。图为冒着风雪在三江源高寒草甸上吃草的牦牛群。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201211281690

董超, 张国钢, 陆军, 侯韵秋, 乔龙巴特尔, 昂秦. 新疆巴音布鲁克繁殖期大天鹅的生境选择. 生态学报, 2013, 33(16): 4885-4891.

Dong C, Zhang G G, Lu J, Hou Y Q, Qiaolong B, Ang Q. Habitat selection of Whooper Swan at Bayanbulak in Xinjiang of China. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(16): 4885-4891.

## 新疆巴音布鲁克繁殖期大天鹅的生境选择

董 超<sup>1</sup>, 张国钢<sup>1,\*</sup>, 陆 军<sup>1</sup>, 侯韵秋<sup>1</sup>, 乔龙巴特尔<sup>2</sup>, 昂 秦<sup>2</sup>

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 全国鸟类环志中心, 国家林业局森林保护学重点实验室, 北京 100091;

2. 新疆巴音布鲁克自然保护区管理局, 巴音郭楞蒙古自治州 841000)

**摘要:** 2011 年和 2012 年的 6—8 月, 考察了分布于巴音布鲁克自然保护区的大天鹅 (*Cygnus cygnus*) 种群, 分析了大天鹅巢址选择特征和育雏期生境选择特征。在野外共记录到了 26 个大天鹅巢址。与对照样方比较发现, 植被高度、水深、所在水域面积、距干扰源距离和安全等级存在显著差异。进一步逻辑斯蒂回归分析表明, 植被高度、水深和安全等级是影响大天鹅巢址选择的最主要的 3 种生境因子。采用样线法对育雏期大天鹅的生境选择进行了调查, 发现大天鹅对沼泽湿地表现出正选择性, 对草地表现出负选择性。样方法调查中, 利用样方与对照样方比较发现, 9 种生境因子均存在显著差异, 逻辑斯蒂回归分析表明, 距干扰源距离和安全等级是影响大天鹅育雏期生境选择的最重要的两种因子。这样的选择机制有利于大天鹅更好的躲避敌害, 顺利完成孵化和育雏工作。

**关键词:** 大天鹅; 巢址选择; 生境选择; 巴音布鲁克

## Habitat selection of Whooper Swan at Bayanbulak in Xinjiang of China

DONG Chao<sup>1</sup>, ZHANG Guogang<sup>1,\*</sup>, LU Jun<sup>1</sup>, HOU Yunqiu<sup>1</sup>, QIAOLONG Bateer<sup>2</sup>, ANG Qin<sup>2</sup>

1 Key Laboratory of Forest Protection of State Forestry Administration, National Bird Banding Center of China, The Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, The Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

2 The Management Bureau of Bayanbulak Wetland Reserves, Mongolian Autonomous Prefecture of Bayingolin, Xinjiang 841000, China

**Abstract:** From June 2011 to August 2011 and from June 2012 to August 2012, the nest site selection and the brood habitat selection of Whooper Swans (*Cygnus cygnus*), which located in Bayanbulak Nature Reserve of Xinjiang, were researched. 26 Whooper swans' nest sites were found in the wild. Compared the found nest sites with the control plots of nest sites, there were significant differences in the factors of vegetation height, water depth, water area, distance to disturbance and security level. What's more, the logistic regression analysis showed that the vegetation height, water depth and the security level were the three most important factors of the nest site selection of Whooper Swans. On the analysis of brood habitat selection, it was found that the Whooper Swans selected the swamp and avoided the grass land. Compared the found brood habitat with the control plots of brood habitat, there were significant differences in nine factors, and the logistic regression analysis showed that the distance to disturbance and the security level were the important factors determining the brood habitat selection of Whooper Swans. The selection mechanisms conducive to Whooper Swans of avoiding predators, and they can complete incubation and brooding successfully.

**Key Words:** Whooper Swan; nest site selection; habitat selection; Bayanbulak

基金项目: 中国林业科学研究院基金资助项目 (CAFRI-FEEP201003); 国家林业局野生动物疫源疫病项目专项经费资助

收稿日期: 2012-11-28; 修订日期: 2013-04-18

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zm7672@caf.ac.cn

动物生境选择使动物体非随机的分布在不同的生态环境中,这是自然选择的结果<sup>[1-3]</sup>。不同的生态环境为野生动物提供了不同的生存条件,从而影响着它们的生存与繁衍<sup>[4-6]</sup>。对于鸟类而言,生境能为鸟类提供必要的水分、食物、隐蔽和繁殖场所等基本条件<sup>[7]</sup>。目前,国内外针对鸟类生境选择的研究主要分为三类:一般生境选择、领域选择和巢址选择<sup>[8-9]</sup>。鸟类的巢址选择是将各种干扰、天敌捕食和其他不良因子的影响降到最低水平,这对于鸟类生存和繁殖具有重要意义<sup>[10]</sup>。育雏期则是影响幼鸟成活率的关键阶段,除了雌鸟的状况之外,生境的质量也是影响幼鸟成活率的重要因素<sup>[11]</sup>。

大天鹅(*Cygnus cygnus*)属雁形目鸭科天鹅属<sup>[12]</sup>,在国内主要繁殖于黑龙江扎龙、兴凯湖<sup>[13]</sup>、三江平原,新疆天山中部的巴音布鲁克、西部的赛里木湖、艾比湖、伊犁河、乌伦古河等<sup>[14]</sup>。主要越冬地有天津及河北沿海,山东荣成、东营、埕口,青海、甘肃、新疆等地,偶见于洞庭湖、云南纳帕海、福建及台湾<sup>[12]</sup>。目前国内外对大天鹅的研究工作主要包括:数量和分布调查<sup>[15-18]</sup>、行为生态学研究<sup>[19-21]</sup>、生境选择研究<sup>[22-23]</sup>、食性分析<sup>[24-25]</sup>和疫病研究<sup>[26-28]</sup>等方面。其中,生境选择研究主要集中在越冬期,对繁殖期的生境选择研究工作较少。繁殖期是大天鹅生活史中重要的时期,直接影响着大天鹅的数量变化。新疆巴音布鲁克自然保护区是我国重要的大天鹅繁殖地,1992年,我国学者对这一地区大天鹅的繁殖种群数量进行了调查,结果显示繁殖季节的大天鹅数量超过2500只<sup>[14]</sup>。这些大天鹅选择筑巢和育雏的生境特征有哪些?这样的选择机制对大天鹅的繁殖和育雏有何意义?为此,在2011年和2012年的6—8月调查了巴音布鲁克繁殖大天鹅的巢址和生境特征,以期了解巴音布鲁克地区大天鹅生境选择的机制,为今后大天鹅的研究和保护工作提供科学依据。

## 1 研究地区与研究方法

### 1.1 研究区的自然概况

巴音布鲁克保护区位于天山山脉中部的山间盆地中,四周为雪山环抱。盆地中部的艾尔温根乌拉山将盆地分割成南北两部分,各成为大尤鲁都斯和小尤鲁都斯。天鹅湖位于大尤鲁都斯的沼泽水域中,地理坐标N42°50′—43°10′,E83°35′—85°20′之间,总面积约900km<sup>2</sup>(图1)。该地气候夏季凉爽,冬季严寒,年均温约-4.7℃,年降雨量276mm,无霜期不到12d<sup>[27]</sup>。本次研究区域距公路较远,主要的干扰源为居民点和牲畜。

保护区内常见的鸟种有大天鹅、灰鹤(*Grus grus*)、蓑羽鹤(*Anthropoides virgo*)、斑头雁(*Anser indicus*)、赤麻鸭(*Tadorna ferruginea*)、玉带海雕(*Haliaeetus leucoryphus*)、紫翅椋鸟(*Sturnus vulgaris*)、毛脚燕(*Delichon urbica*)等。鸟类总数达到23科77种<sup>[29-31]</sup>。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 巢址选择

根据巴音布鲁克保护区大天鹅的实际分布情况,在整个天鹅湖范围内设定了5条调查样线,采用驾车、骑马、步行和划船等方式,对巴音布鲁克天鹅湖的大天鹅巢进行调查。繁殖期的大天鹅一般不离开巢区活动,取食时选择在最近的水域中倒立式取食。根据以往研究结果,大天鹅食物的主要来源为水下的植物茎根和其他沉水生物<sup>[14]</sup>。据此在离巢最近的边缘选取1m×1m的样方,每个样方距巢的最近距离约为1m,样方的方向与调查路线的方向保持一致,对其生境因子进行测量。

- (1) 植被种类 样方中植物的种数。
- (2) 植被盖度(%) 样方中植物面积占样方面积的比例。
- (3) 植被高度(cm) 样方中植物的平均高度。

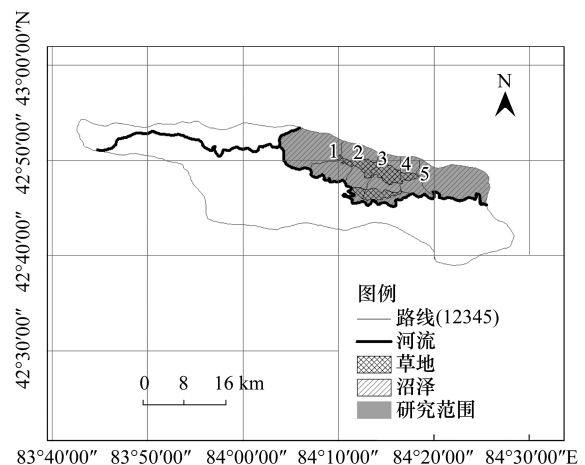


图1 新疆巴音布鲁克天鹅湖国家级保护区示意图

Fig. 1 The map of Bayanbulak National Nature Reserve of Xinjiang, China

(4)水深(cm) 样方距水底的自然深度;若样方不在水中,则水深记为0。

(5)距明水面距离(m) 样方距最近明水面的距离;若样方取在水中,则距离为0。

(6)所在水域面积( $m^2$ ) 样方所在的水域面积;若样方不在水域中,则记为0。

(7)距干扰源距离(m) 样方距最近建筑物或公路的距离。

(8)隐蔽等级 分为3个等级,在样方中插入0.5m高的树枝,在距样方20m处观察。树枝完全暴露,设为1;树枝部分暴露,设为2;树枝全部被遮盖,设为3。

(9)安全等级 分为3个等级;样方在陆地上,设为1;样方在水中但距岸较近兽类易到达,设为2;样方在水中且距岸较远兽类不易到达,设为3。其中,植被高度与水深利用卷尺测量,距明水面距离、距干扰源距离和所在水域面积利用目测。通过观察发现,大天鹅活动的范围通常不超过以巢址为中心,20m为半径的水域范围内。巢间距的调查结果表明,最小的巢间距为160m。因此,在距大天鹅巢址30m处选取了对照样方,样方方向与调查路线一致,所测量的生境因子与巢址样方一致。调查期间共记录巢址样方26个,对照样方30个。

### 1.2.2 育雏期的生境选择

每年的6月至9月,大部分大天鹅完成了孵化期进入育雏期。分别采用样线法和样方法对育雏期大天鹅的生境进行调查。样线沿用巢址调查的5条样线(图1)。利用望远镜观察样线两侧最大范围内有无大天鹅出现,并记录有大天鹅出现的生境类型和大天鹅的数量。在样方法调查的过程中,对有大天鹅出现或有大天鹅粪便出现的地方进行生境因子的测量,最终选取大天鹅实体样方38个,粪便样方12个。在ARCGIS9.3中利用Create Random Points模块生成随机点40个,按照随机点在保护区内获取对照样方。利用样方和对照样方所测量的生境因子同巢址选择。

### 1.3 数据分析

在对生境因子进行差异显著性检验时,先采用Kolmogorov-Smirnov Z-test检验数据是否符合正态分布。当数据符合正态分布时,使用独立样本t检验;当数据不符合正态分布时,使用Mann Whitney U检验。进一步对巢址和生境的特征进行逻辑斯蒂回归分析,确定影响大天鹅巢址选择和生境选择的关键因子。对大天鹅各生境类型的利用率与可利用率进行卡方检验,确定大天鹅对各生境类型的利用是否存在显著差异。若检验结果表明大天鹅对各生境的利用存在显著差异,则根据Bonferroni的Z分析<sup>[32-35]</sup>( $\alpha = 0.05$ )计算大天鹅对生境利用程度的置信区间。如果某种生境类型的可利用率在置信区间之内,表示大天鹅对该生境类型无选择性,如果在置信区间的左侧或右侧,表示有正或负选择性。所有数据的分析过程全部在SPSS 18.0软件中进行。

## 2 研究结果

### 2.1 大天鹅巢址选择的因子分析

共统计到大天鹅巢址26处,与对照样方的比较见表1。结果表明,植被高度、水深、所在水域面积、距干

表1 新疆巴音布鲁克大天鹅巢址样方与对照样方的比较

Table 1 Comparison of nest-site plots and control plots of Whooper Swans at Bayanbulak Nature Reserve of Xinjiang, China

生境因子 Habitat factor	巢址样方 Nest-site plots ( $n = 26$ ) (Mean $\pm$ SE)	对照样方 Control plots ( $n = 30$ ) (Mean $\pm$ SE)	P
植被种类 Plant species richness	0.85 $\pm$ 0.11	0.73 $\pm$ 0.12	0.425
植被盖度 Vegetation coverage/%	55.58 $\pm$ 7.40	57.67 $\pm$ 8.67	0.509
植被高度 Vegetation height/cm	25.27 $\pm$ 2.99	14.07 $\pm$ 2.20	0.001
水深 Water Depth/cm	59.31 $\pm$ 5.30	12.00 $\pm$ 3.10	0.000
距明水面距离 Distance from lakeside/m	0.94 $\pm$ 0.17	20.37 $\pm$ 6.14	0.111
所在水域面积 Water area/ $m^2$	910.96 $\pm$ 253.66	167.17 $\pm$ 82.51	0.000
距干扰源距离 Distance from disturbance/m	1582.92 $\pm$ 161.90	1078.67 $\pm$ 129.55	0.039
隐蔽等级 Hiding scale	1.85 $\pm$ 0.14	1.53 $\pm$ 0.10	0.106
安全等级 Safety scale	2.42 $\pm$ 0.10	1.37 $\pm$ 0.09	0.000

扰源距离和安全等级存在显著差异,说明上述生境因子对大天鹅的巢址选择影响较大,大天鹅喜欢在周围植被高度较高、水较深、水域面积较大、距干扰源较远、安全等级较高的水域营巢。而植被种类、植被盖度、距明水面距离和隐蔽等级的差异不显著,说明上述因子对大天鹅的巢址选择没有太大影响。

进一步对 5 种有显著性差异的生境因子(植被高度、水深、所在水域面积、距干扰源距离和安全等级)进行逻辑斯蒂回归分析,结果表明(表 2),植被高度( $P=0.021$ )、水深( $P=0.000$ )和安全等级( $P=0.049$ )是影响大天鹅巢址选择的最主要的 3 个生境因子( $R^2=0.780$ )。

表 2 新疆巴音布鲁克大天鹅巢址选择的逻辑斯蒂回归分析

Table 2 The logistic regression analysis on the nest-site selection of Whooper Swans at Bayanbulak Nature Reserve of Xinjiang, China

生境因子 Habitat factor	回归系数(B)	t	P
植被种类 Plant species richness	0.094	0.726	0.472
植被盖度 Vegetation coverage/%	-0.001	-0.678	0.501
植被高度 Vegetation height/cm	-0.015	-2.382	0.021
水深 Water Depth/cm	-0.008	-4.182	0.000
距明水面距离 Distance from lakeside/m	0.000	0.238	0.813
所在水域面积 Water area/m <sup>2</sup>	0.000	0.847	0.401
距干扰源距离 Distance from disturbance/m	0.000	0.411	0.683
隐蔽等级 Hiding scale	-0.007	-0.092	0.927
安全等级 Safety scale	-0.239	-2.024	0.049

## 2.2 大天鹅对不同生境类型的利用

在样线法调查过程中,一共记录到大天鹅 102 次,在沼泽中记录到 98 次,在草地和河流中各记录到 2 次,3 种生境类型中发现的大天鹅数量分别为 387 只、2 只和 21 只。在 ARCGIS9.3 中计算出 3 种生境类型的面积分别为沼泽 192.4km<sup>2</sup>、草地 34.3km<sup>2</sup>、河流 5.8km<sup>2</sup>。对利用率和可利用率的卡方检验的结果表明,大天鹅对各生境类型的利用存在明显差异性( $\chi^2=13.29$ , $df=2$ , $P=0.001$ )。Bonferroni Z 分析的结果(表 3)表明,大天鹅对沼泽湿地表现出正选择性,对草地表现出负选择性,对河流没有表现出明显的选择性。

表 3 新疆巴音布鲁克大天鹅对不同生境类型的利用性

Table 3 Utilization on different habitats of Whooper Swans at Bayanbulak Nature Reserve of Xinjiang, China

	生境类型 Habitat type			总计 Total
	沼泽 Swamp	草地 Grass land	河流 River	
生境面积 Habitat area/km <sup>2</sup>	192.4	34.3	5.8	232.5
可利用率 Availability	0.827	0.148	0.025	1
观察数量 Number of observed	387	2	21	410
预期值 Expected value	339	61	10	410
利用率 Utilization	0.944	0.005	0.051	1
95% 置信区间 Confidence interval(95%)	(0.936,0.952)	(-0.031,0.041)	(0.016,0.086)	

## 2.3 育雏期生境选择

在样方法调查过程中,对 50 处大天鹅出现的生境进行了取样,对照样方 40 个。生境的利用样方与对照样方的显著性比较见表 4。结果表明,9 种生境因子均存在极显著差异( $P<0.01$ )。说明 9 种生境因子对大天鹅的生境选择均影响较大。在育雏期,大天鹅喜欢选择植被种类较少、盖度和高度较低、水较深、所在水域面积较大、距干扰源较远、隐蔽和安全等级较高的水域活动。

进一步对上述 9 种生境因子进行逻辑斯蒂回归分析,结果表明(表 5),距干扰源距离( $P=0.000$ )和安全等级( $P=0.002$ )是影响大天鹅生境选择的最重要的两个生境因子( $R^2=0.683$ )。

表 4 新疆巴音布鲁克大天鹅育雏期利用样方和对照样方的比较

Table 4 Comparison of using plots and control plots of Whooper Swans in brooding period at Bayanbulak Nature Reserve of Xinjiang, China

生境因子 Habitat factor	生境样方 Using plots ( $n=50$ ) (Mean $\pm$ SE)	对照样方 Control plots ( $n=40$ ) (Mean $\pm$ SE)	$P$
植被种类 Plant species richness	0.52 $\pm$ 0.09	1.28 $\pm$ 0.12	0.000
植被盖度 Vegetation coverage/%	32.90 $\pm$ 5.84	85.00 $\pm$ 4.91	0.000
植被高度 Vegetation height/cm	11.76 $\pm$ 2.11	23.40 $\pm$ 1.71	0.001
水深 Water Depth/cm	42.20 $\pm$ 4.10	7.93 $\pm$ 2.13	0.000
距明水面距离 Distance from lakeside/m	0.43 $\pm$ 0.08	97.25 $\pm$ 30.90	0.000
所在水域面积 Water area/m <sup>2</sup>	1411.10 $\pm$ 251.21	202.50 $\pm$ 90.76	0.000
距干扰源距离 Distance from disturbance/m	1835.80 $\pm$ 91.46	874.50 $\pm$ 83.45	0.000
隐蔽等级 Hiding scale	1.64 $\pm$ 0.08	1.18 $\pm$ 0.06	0.000
安全等级 Safety scale	2.08 $\pm$ 0.08	1.10 $\pm$ 0.05	0.000

表 5 新疆巴音布鲁克大天鹅育雏期生境选择的逻辑斯蒂回归分析

Table 5 The logistic regression analysis on the habitat selection of Whooper Swans in brooding period at Bayanbulak Nature Reserve of Xinjiang, China

生境因子 Habitat factor	回归系数 $B$	$t$	$P$
植被种类 Plant species richness	0.026	0.395	0.694
植被盖度 Vegetation coverage/%	0.000	-0.023	0.982
植被高度 Vegetation height/cm	0.008	1.744	0.085
水深 Water Depth/cm	-0.001	-0.441	0.66
距明水面距离 Distance from lakeside/m	0.000	0.741	0.461
所在水域面积 Water area/m <sup>2</sup>	0.000	1.821	0.072
距干扰源距离 Distance from disturbance/m	0.000	-3.947	0.000
隐蔽等级 Hiding scale	-0.123	-1.729	0.088
安全等级 Safety scale	-0.330	-3.215	0.002

### 3 讨论

#### 3.1 巢址选择

在本次调查中,26个大天鹅巢址均建立在无流动水的明水面上,巢材包括了大量水草的根、茎、叶,还有大量的黑色腐质淤泥,使巢体更易吸收热量,保持温度。对差异显著的5种生境因子进行分析:(1)巢周围的平均植被高度较高,大天鹅选择这样的植被高度在一定程度上增加了巢的隐蔽性,降低了巢体被天敌发现的几率,然而这样的植被高度(25.27 $\pm$ 2.99)cm并不足以完全将大天鹅的巢体掩盖,为了弥补隐蔽性不足的问题,大天鹅选择将巢体建立在远离干扰源的水域中,并且尽量选择面积较大的水域和较深的水深;(2)巢下的平均水深达到(59.31 $\pm$ 5.30)cm,高于苍鹭(*Ardea cinerea*)<sup>[36-37]</sup>、白枕鹤(*G. vipio*)<sup>[38]</sup>、丹顶鹤(*G. japonensis*)<sup>[39]</sup>、鸿雁(*A. cygnoides*)<sup>[40]</sup>等其它大型水鸟。这可能与大天鹅的行为特征有关,观察发现在繁殖期的大天鹅通常不离开巢区的水域活动,取食时多采用倒立式取食,由于大天鹅颈部较长,通常可以取食到水下0.8m—1m的水生植物,所以50cm左右的水深并不会影响大天鹅的取食。相反,水较深的地方可能有更高的食物丰富度,同时水较深的地方通常距岸边较远,这样就增加了巢的安全性;(3)巢体所在水域面积达到(910.96 $\pm$ 253.66)m<sup>2</sup>,高于苍鹭<sup>[36-37]</sup>、白枕鹤<sup>[38]</sup>为等涉禽,与雁形目的鸿雁<sup>[40]</sup>相似,更大的水域面积为孵化期的大天鹅提供了更多的食物资源和更加开阔的视野,有利于大天鹅在繁殖期的取食和逃避敌害;(4)巢距干扰源的平均距离在1km以上,这与朱井丽<sup>[38]</sup>、潘猛<sup>[41]</sup>对鹤类巢的研究结果相似,可以看出干扰源对大型水鸟的营巢有很大影响,使它们通常选择把巢建立在远离干扰的环境中;(5)巢址样方的安全等级较高,说明大



天鹅在离岸边较远的水域中营巢,这样可以减少狐狸等猛兽对巢体和卵的破坏。

综上所述,大天鹅喜欢在植被较高、水较深、所在水域面积较大、距干扰源较远、安全等级较高的水域中营巢。这样的营巢策略有利于大天鹅更好的取食和躲避敌害,从而提高幼鸟的成活率。

### 3.2 育雏期的生境选择

育雏期是鸟类生活史中十分关键的阶段<sup>[6]</sup>。大天鹅在育雏期间通常伴随着换羽,在换羽过程中大天鹅的飞羽会同时脱落,完全失去飞行能力。大天鹅对不同生境的利用结果与邹红菲<sup>[42]</sup>、金洪阳<sup>[43]</sup>对丹顶鹤的研究结果相似。初步推测认为,大天鹅多选择沼泽湿地是由于沼泽湿地比草地的植被高度更高,更靠近水源,更有利于大天鹅的隐蔽和取食。而在河流中活动的大天鹅虽然能解决取食问题,但隐蔽性较低,易被偷猎者或猛禽发现。

在育雏期生境调查中的大天鹅家庭多选择在静止的水域中活动,植被种类、植被盖度和植被高度相对较低,这导致大天鹅可以用来隐蔽的条件减少,为了弥补这一不足,大天鹅选择了更远的距干扰源距离( $1835.80 \pm 91.46$ )m 和更大的水域面积( $1411.10 \pm 251.21$ )m<sup>2</sup>。更远的距干扰源距离减少了大天鹅家庭受外界干扰的频率,更大的水域面积保证了刚出生的幼体天鹅有更加充足的食物来源,同时更大的水域面积也为大天鹅家庭提供了更好的视野,有利于大天鹅家庭及时发现和逃避敌害。而水深为( $42.20 \pm 4.10$ )cm,小于巢址选择时的水深,这样的选择更有利于幼体天鹅的取食。隐蔽等级和安全等级较高则有效的降低了大天鹅家庭被天敌发现的几率并保证了大天鹅家庭在受到威胁时可以迅速从水中逃离。

总体来说,大天鹅在育雏期会选择在水较深、明水面面积较大、距干扰源较远、隐蔽等级和安全等级较高的水域中活动,这样的生境选择机制保证了大天鹅能够顺利的完成育雏和换羽的工作。

### References:

- [ 1 ] Southwood T R E. Habitat; the templet for ecological strategies. *Journal of Animal Ecology*, 1977, 46: 377-365.
- [ 2 ] Hanson J T W, Martin R E. Predicted female bias in sex ratios of hatchling loggerhead sea turtles from a Florida nesting beach. *Canadian Journal of Zoology*, 1998, 76: 1850-1861.
- [ 3 ] Clark R G, Shuttler D. Avian habitat selection: pattern from process in nest-site use by ducks. *Ecology*, 1999, 80: 272-287.
- [ 4 ] Lack D. Habitat selection in birds. *The Journal of Animal Ecology*, 1933, 2: 239-262.
- [ 5 ] Parsons P. Ecobehavioral genetics; habitats and colonists. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1983, 14: 35-55.
- [ 6 ] Yang W K, Zhong W Q, Gang H Y. A Review on Avian Habitat Selection Research. *Arid Zone Research*, 2000, 17(3): 71-78.
- [ 7 ] Yang Yong, Wen Junbao, Hu Defu. A Review on Avian Habitat Research. *Scientia Silvae Sinicae*, 2011, 47(11): 172-179.
- [ 8 ] Cody M L. *Habitat selection in birds*. London: Academic Press, 1985.
- [ 9 ] Zhang Z W, Zheng G M. A Review on Avian Habitat Selection Research. Beijing: China Forestry Publishing House, 1999: 1104-1109.
- [ 10 ] Badyaev A V. Nesting habitat and nesting success of Eastern Wild Turkeys in the Arkansas Ozark Highlands. *Condor*, 1994, 97: 221-232.
- [ 11 ] Hodson P J, Rands M R W. *Ecology and Management of Gamebirds*. Oxford: BSP Professional Books, 1988.
- [ 12 ] Zheng G M. *China Red Data Book of Endangered Animals*. Beijing: Science Press, 1998: 38-39.
- [ 13 ] Jin L, Zhao C X, Hui Z L. Study on Anatidae Biodiversity in Xingkai Lake Natural Reserve in Spring. *Journal of Northeast Forestry University*, 2001, 28(1): 78-80.
- [ 14 ] Ma M. *Wild Swans*. China Meteorological Press, 1993.
- [ 15 ] Leif N. Numbers of mute swan and whooper swan in Sweden, 1967—2000. *Waterbirds*, 2001, 25: 53-60.
- [ 16 ] Leho L, Andres K. Numbers and distribution of whooper swans breeding, wintering and on migration in Estonia, 1990—2000. *Waterbirds*, 2001, 25: 61-66.
- [ 17 ] Dmitrijs B, Hakon K P. Winter distribution of whooper swan cygnets bred in Latvia, 2004—2008. *Wildfowl*, 2011, 61: 74-89.
- [ 18 ] Peter A C, Kendrew C. The status and distribution of the Icelandic whooper swan population: Results of the international whooper swan census 2000. *Waterbirds*, 2002, 25: 37-48.
- [ 19 ] Jeffrey M B, Eileen C R. The structure and behaviour of the Whooper Swan population wintering at Caerlaverock, Dumfries and Galloway, Scotland: an introductory study. *Wildfowl*, 1984, 35: 21-36.
- [ 20 ] O'Donoghue P D. The behaviour of a wintering flock of whooper swans at Rostellan Lake, Cork. *Royal Irish Academy*, 1994, 94(2): 109-118.
- [ 21 ] Eileen C R, Jennifer H B. Factors affecting the behavioural responses of whooper swans to various human activities. *Biological Conservation*, 2005, 121: 369-382.
- [ 22 ] Helen C, Chris S. Habitat usage and field choice by mute and whooper swans in the Tweed Valley, Scotland. *Waterbirds*, 2002, 25: 177-182.
- [ 23 ] Eileen C R, Jeff S K, Andre G. Site selection by swans wintering in Britain and Ireland. *IBIS*, 1997, 139(2): 337-352.
- [ 24 ] Squires J R. Trumpeter swan food habits in the Greater Yellowstone Ecosystem. *American Midland Naturalist*, 1995, 133: 274-282.

- [25] Dong C L, Qi X L, Liu J. Food habits of whooper swan in winter at the Tian'Ehu of Rongcheng. Chinese Journal of Zoology, 2007, 42(6): 53-56.
- [26] Teifke J P, Klopffleisch R. Pathology of Natural Infections by H5N1 Highly Pathogenic Avian Influenza Virus in Mute (*Cygnus olor*) and Whooper (*Cygnus cygnus*) Swans. Vet Pathol, 2007, 44: 137-143.
- [27] Yuko U, Masaji M, Kumiko Y. Highly pathogenic avian influenza virus (H5N1) isolated from whooper swan, Japan. Emerging Infectious Diseases, 2008, 14(9): 1427-1429.
- [28] Justin D B, David E. Experimental infection of swans and geese with highly pathogenic avian influenza virus (H5N1) of Asian Lineage. Emerging Infectious Diseases, 14(1): 136-142.
- [29] Jing C L, Gu Z Q, Naoripu, Ma J. A Quantitative Investigation on Whooper Swan in Dayouludusi. Arid Zone Research, 1993, 2: 51-53.
- [30] Yuan G, Guo L. Ecological Research on Whooper Swan in Bayan Bulag Region. Chinese Journal of Zoology, 1992, 27(3): 37-40.
- [32] Li W L, Wang Y. Vegetation community of wetland in Bayinbu Lake swan conservation of Xinjiang. Ecological Science, 2007, 26(5): 443-446.
- [32] Neu C W, Byers C R, Peek J M. A technique for analysis of utilization-availability data. The Journal of Wildlife Management, 1974, 38(3): 541-545.
- [33] Zhang G G, Zhang Z W, Zheng G M. Spatial pattern and habitat selection of brown eared pheasant in Wulushan Nature Reserve, Shanxi Province. Biodiversity Science, 2003, 11(4): 303-308.
- [34] Cui P, Kang M J, Deng W H. Foraging habitat selection by sympatric Temminck's tragopan and blood pheasant during breeding season in southwestern China. Biodiversity Science, 2008, 16(2): 143-149.
- [35] Jiang H X, Chu G Z, Hou Y Q. Breeding Habitat Selection of Saunders' Gull in Yancheng of Jiangsu Province. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(7): 999-1004.
- [36] Sun H Z, Gao Z X, Gao J H. Habitat Suitability Selection Models on Nesting of Grey Heron in Zhalong National of Grey Heron in Zhalong National Nature Reserve, Heilongjiang Province, China. Chinese Journal of Wildlife, 1996, 17(4): 12-15.
- [37] Wu Q M, Miao K C, Zou H F. Nest-site Selection of Grey Heron in Zhalong Wetland. Chinese Journal of Wildlife, 2008, 29(1): 26-28.
- [38] Zhu J L, Wu Q M, Xu J F. Characteristic of Nest-site Selection on *Grus vipio* in Zhalong National Nature Reserve, Heilongjiang Province. Sichuan Journal of Zoology, 2011, 30(6): 977-981.
- [39] Liu X C, Wu Q M, Zou H F. The difference in characteristics of nest-site selection between the east and west populations of the Red-crowned Granes. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(8): 4483-4491.
- [40] Cong L L. Research on Nest-site Selection of *Anser cygnoides* in East Hulun Buir Area of Inner Mongolia in Spring. Journal of Anhui Agri., 2010, 38(14): 7372-7375.
- [41] Pan M, Gao Z Y, Xu W Y, Feng S L. Study on Nest-site Selection of *Grus vipio* in Zhalong National Nature Reserve. Journal of Qiqihar Junior Teachers' College, 2009, 110(4): 7-9.
- [42] Zou H F, Wu Q M, Shi R H. Feeding Habitat Selection of Breeding Red-crowned Crane during Initial Recovery Stage of Zhalong Wetland. Journal of Northeast Forestry University, 2007, 35(7): 55-58.
- [43] Jin H Y, Hao M, Yang Y C, Zou H F. Stopover Habitat Selection of Red-Crowned Crane During Spring Migration in Shuangtaihekou Nature Reserve, Chinese Journal of Wildlife, 2011, 32(3): 136-140.

#### 参考文献:

- [6] 杨维康, 钟文勤, 高行宜. 鸟类栖息地选择研究进展. 干旱区研究, 2000, 17(3): 71-78.
- [7] 杨勇, 温俊宝, 胡德夫. 鸟类栖息地研究进展. 林业科学, 2011, 47(11): 172-179.
- [9] 张正旺, 郑光美. 鸟类栖息地选择研究进展. 北京: 中国林业出版社, 1999: 1104-1109.
- [12] 郑光美. 中国濒危动物红皮书. 鸟类. 北京: 科学出版社, 1988: 38-39.
- [13] 金铃, 赵春喜, 惠兆丽. 兴凯湖春季雁鸭类迁徙多样性及数量变化原因. 东北林业大学学报, 2001, 28(1): 78-80.
- [14] 马鸣. 野生天鹅. 气象出版社, 1993.
- [25] 董翠玲, 齐晓丽, 刘建. 荣成天鹅湖湿地越冬大天鹅食性分析. 动物学杂志, 2007, 42(6): 53-56.
- [29] 井长林, 顾正勤, 闹日甫, 马俊. 大兀鲁都斯大天鹅数量动态. 干旱区研究, 1993, 2: 51-53.
- [30] 袁国映, 郭凌. 巴音布鲁克保护区的大天鹅生态研究. 动物学杂志, 1992, 27(3): 37-40.
- [31] 李文利, 王英. 巴音布鲁克天鹅湖保护区湿地植物群落研究. 生态科学, 2007, 26(5): 443-446.
- [33] 张国钢, 张正旺, 郑光美. 山西五鹿山褐马鸡不同季节的空间分布与栖息地选择研究. 生物多样性, 2003, 11(4): 303-308.
- [34] 崔鹏, 康明江, 邓文洪. 繁殖季节同域分布的红腹角雉和血雉的觅食生境选择. 生物多样性, 2008, 16(2): 143-149.
- [35] 江红星, 楚国忠, 侯韵秋. 江苏盐城黑嘴鸥的繁殖栖息地选择. 生态学报, 2002, 22(7): 999-1004.
- [36] 孙洪志, 高中信, 高继宏. 扎龙保护区苍鹭营巢最适生境选择模型. 野生动物, 1996, 17(4): 12-15.
- [37] 吴庆明, 缪克传, 邹红菲. 扎龙湿地苍鹭巢址选择. 野生动物杂志, 2008, 29(1): 26-28.
- [38] 朱井丽, 吴庆明, 徐建峰. 黑龙江扎龙自然保护区白枕鹤巢址选择特征. 四川动物, 2011, 30(6): 977-981.
- [39] 刘学昌, 吴庆明, 邹红菲. 丹顶鹤东、西种群巢址选择的分异. 生态学报, 2009, 29(8): 4483-4491.
- [40] 丛璐璐. 内蒙古呼伦贝尔东部地区春季鸿雁巢址选择研究. 安徽农业科学, 2010, 38(14): 7372-7375.
- [41] 潘猛, 高忠燕, 徐伟衍, 逢士良. 扎龙湿地白枕鹤巢区的生境选择. 齐齐哈尔师范高等专科学校学报, 2009, 110(4): 7-9.
- [42] 邹红菲, 吴庆明, 史荣红. 扎龙湿地恢复初期丹顶鹤孵化期觅食生境选择. 东北林业大学学报, 2007, 35(7): 55-58.
- [43] 金洪阳, 郝萌, 杨玉成, 邹红菲. 双台河口自然保护区丹顶鹤春季迁徙停歇地生境选择. 野生动物, 2011, 32(3): 136-140.

**ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33 ,No. 16 Aug. ,2013( Semimonthly)**  
**CONTENTS**

**Frontiers and Comprehensive Review**

- Advances in theoretical issues of species distribution models ..... LI Guoqing, LIU Changcheng, LIU Yuguo, et al (4827)
- A review on rare earth elements in farmland ecosystem ..... JIN Shulan, HUANG Yizong (4836)
- A review on the mechanism of attachment and metamorphosis in barnacle cyprids ... RAO Xiaozhen, LIN Gang, XU Youqin (4846)
- Decision making in group living animals ..... WANG Chengliang, WANG Xiaowei, QI Xiaoguang, et al (4857)

**Autecology & Fundamentals**

- Influence of monsoon's advancing, retreating and conversion on migrations of *Nilaparvata lugens* (Stål) in China .....  
..... BAO Yunxuan, HUANG Jinying, XIE Xiaojin, et al (4864)
- Prey selection and feeding rate of sea stars *Asterias amurensis* and *Asterina pectinifera* on three bivalves .....  
..... QI Zhanhui, WANG Jun, MAO Yuze, et al (4878)
- Habitat selection of Whooper Swan at Bayanbulak in Xinjiang of China ..... DONG Chao, ZHANG Guogang, LU Jun, et al (4885)
- The genetic structure of endemic plant *Pteroceltis tatarinowii* by ISSR markers .....  
..... LI Xiaohong, ZHANG Hui, WANG Deyuan, et al (4892)
- Genetic analysis of salt tolerance of F<sub>1</sub> progenies between chrysanthemum and the intergeneric hybrid of chrysanthemum and  
crossostephium ..... XU Lili, CHEN Fadi, CHEN Sumei, et al (4902)
- Indicative effect of the anatomical structure of plant photosynthetic organ on WUE in desert region .....  
..... ZHANG Haina, SU Peixi, LI Shanjia, et al (4909)
- Effects of water on photosynthesis in different age of tomato leaves ..... CHEN Kaili, LI Jianming, HE Huiqiang, et al (4919)
- Photosynthesis-nitrogen relationship in evergreen and deciduous tree species at different altitudes on Mao'er Mountain, Guangxi .....  
..... BAI Kundong, JIANG Debing, WAN Xianchong (4930)
- Effect of fertilization on the dynamic of soil N<sub>2</sub>O fluxes in Chinese chestnut stands .....  
..... ZHANG Jiaojiao, LI Yongfu, JIANG Peikun, et al (4939)
- Effects of long-term fertilization on aggregate dynamics and organic carbon and total nitrogen contents in a reddish paddy soil .....  
..... LIU Xiyu, WANG Zhongqiang, ZHANG Xinyu, et al (4949)

**Population, Community and Ecosystem**

- Carbon storage of natural wetland ecosystem in Daxing'anling of China ..... MU Changcheng, WANG Biao, LU Huicui, et al (4956)
- Monitoring the riparian vegetation cover after the Wenchuan earthquake along the Minjiang River valley based on multi-temporal  
Landsat TM images; a case study of the Yingxiu-Wenchuan section ..... XU Jiceng, TANG Bin, LU Tao (4966)
- A dynamic analysis of spatial distribution pattern of *Larix gmelinii* natural forest in Pangu farm under varying intensity of fire  
disturbance ..... NI Baolong, LIU Zhaogang (4975)
- Structure of macrozoobenthos in lakes along the Yangtze River and relationships with environmental characteristics .....  
..... CAI Yongjiu, JIANG Jiahu, ZHANG Lu, et al (4985)
- The research on the age structure and sex ratio of *Niviventer confucianus* in Thousand Island Lake .....  
..... ZHANG Xu, BAO Yixin, LIU Jun, et al (5000)
- Mathematical model of insect Logistic increasing and economic threshold based on sex pheromone trap .....  
..... ZHAO Zhiguo, RONG Erhua, ZHAO Zhihong, et al (5008)
- Community composition and phototaxis of insects in tea plantations in Southern Jiangshu Province during late fall .....  
..... ZHENG Yingcha, NIU Yuqun, CUI Guiling, et al (5017)
- Effect of agricultural land use types on soil mite communities in north China .....  
..... HAN Xuemei, LI Dandan, LIANG Zian, et al (5026)

**Landscape, Regional and Global Ecology**

- Exploring the space syntax under negative planning; a case study of landscape connectivity based on the behaviors of avian edge  
species ..... YANG Tianxiang, ZHANG Weiqian, FAN Zhengqiu, et al (5035)
- Temporal-spatial variation of heterotrophic respiration in alpine area of southwestern China .....  
..... ZHANG Yuandong, PANG Rui, GU Fengxue, et al (5047)

- Variability of soil organic matter and its main factors in Jiangsu Province ..... ZHAO Mingsong, ZHANG Ganlin, LI Decheng, et al (5058)
- Spatial distribution and change of vegetation carbon in Northwest Guangxi, China on the basis of vegetation inventory data ..... ZHANG Mingyang, LUO Weijian, LIU Huiyu, et al (5067)
- Resource and Industrial Ecology**
- Urban metabolism process based on emergy synthesis; a case study of Beijing ..... LIU Gengyuan, YANG Zhifeng, CHEN Bin (5078)
- Evaluation on cultivated land ecological security based on the PSR model and matter element analysis ..... ZHANG Rui, ZHENG Huawei, LIU Youzhao (5090)
- The effect of super absorbent polymer on the growth and nutrition absorption of *Festuca arundinacea* L. on an improved gangue matrix ..... ZHAO Zhifeng, WANG Dongmei, ZHAO Tingning (5101)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- The effect of distance on the ecological conservation value; a case study of Sanjiang Plain Wetland ..... AO Changlin, CHEN Jinting, JIAO Yang, et al (5109)
- Research Notes**
- Scaling effect on spatial variation of soil organic carbon in mountainous areas of Guangdong Province ..... JIANG Chun, WU Zhifeng, QIAN Lexiang, et al (5118)
- The changes of hair length and pelage thermal insulation in captive female squirrel, *Sciurus vulgarize manchuricus*, during autumn molting period ..... JING Pu, ZHANG Wei, HUA Yan, et al (5126)

# 《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于1981年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大16开本,300页,国内定价90元/册,全年定价2160元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路18号 电话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 王克林 编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段靖

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981年3月创刊)

第33卷 第16期 (2013年8月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 16 (August, 2013)

编辑 《生态学报》编辑部  
地址:北京海淀区双清路18号  
邮政编码:100085  
电话:(010)62941099  
www.ecologica.cn  
shengtaixuebao@rcees.ac.cn

主编 王如松  
主管 中国科学技术协会  
主办 中国生态学学会  
中国科学院生态环境研究中心  
地址:北京海淀区双清路18号  
邮政编码:100085

出版 科学出版社  
地址:北京东黄城根北街16号  
邮政编码:100717

印刷 北京北林印刷厂  
发行 科学出版社  
地址:东黄城根北街16号  
邮政编码:100717  
电话:(010)64034563  
E-mail: journal@espg.net

订购 全国各地邮局  
国外发行 中国国际图书贸易总公司  
地址:北京399信箱  
邮政编码:100044

广告经营 京海工商广字第8013号  
许可证

Edited by Editorial board of  
ACTA ECOLOGICA SINICA  
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China  
Tel: (010)62941099  
www.ecologica.cn  
shengtaixuebao@rcees.ac.cn

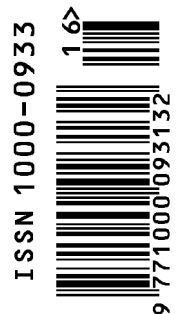
Editor-in-chief WANG Rusong  
Supervised by China Association for Science and Technology  
Sponsored by Ecological Society of China  
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS  
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China

Published by Science Press  
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,  
Beijing 100717, China

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,  
Beijing 100083, China

Distributed by Science Press  
Add: 16 Donghuangchenggen North  
Street, Beijing 100717, China  
Tel: (010)64034563  
E-mail: journal@espg.net

Domestic All Local Post Offices in China  
Foreign China International Book Trading  
Corporation  
Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China



ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元